



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación del Mantenimiento preventivo para reducir el índice de fallas en la empresa Grupo Maderera Selva Central

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Chayguaque Grados Luis Alberto (0000-0001-7704-1925)

Horna Muguerza, Johnny Giuseppe Paolo (0000-00002-3401-6559)

ASESORA:

Mg. Flores Sánchez, Carla Mercy (0000-0003-2331-3571)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible

Chepén – Perú

2022

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO	4
III.	METODOLOGÍA.....	11
3.1	Tipo y diseño de investigación	11
3.2	Variables y operacionalización.....	11
3.3	Población, muestra y muestreo	12
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5	Procedimientos	14
3.6	Método de análisis de datos.....	15
3.7	Aspectos éticos.....	15
IV.	RESULTADOS.....	16
V.	DISCUSIÓN	25
VI.	CONCLUSIONES.....	29
VII.	RECOMENDACIONES	30
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
	ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Porcentaje de conformidad del cuestionario	16
Tabla 2 Valores de referencia de índice de conformidad.....	16
Tabla 3 Resumen del estado actual de los equipos.....	17
Tabla 4 Disponibilidad Pre – test	19
Tabla 5 Optimización MTBF	19
Tabla 6 Optimización de MTTR.....	20
Tabla 7 Nuevo índice de fallas	20
Tabla 8 Medición del índice de fallas	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Comparación de disponibilidad	22
Figura 2 Comparación del índice de fallas	22
Figura 3 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.....	24
Figura 4 Prueba de T-Student	24

RESUMEN.

En este trabajo de investigación se muestra la importancia de obtener un plan de mantenimiento para cada máquina disponible dentro de la maderera, con el objetivo de aplicar el mantenimiento preventivo para reducir el índice de fallas dentro de la misma.

Este estudio es de tipo aplicada y de diseño pre-experimental, ya que se evaluó un antes y un después, teniendo como población las cuatro máquinas de producción.

Para este trabajo, se aplicará un cronograma de PM documentado que incluye la detección oportuna de anomalías viables que puedan ocurrir dentro de la máquina; eso se logra a través de la inspección periódica de las máquinas para mantener y prolongar la vida útil del sistema.

Después de la utilización del mantenimiento preventivo, el tiempo medio entre fallas aumentó de 1276 horas a 3024 horas con la adición de 38 horas de PM logradas durante una duración de 6 meses y un programador seguido, además de que el tiempo medio entre mantenimientos disminuyó de 210 horas a 143 horas con la adición de 192 horas, por lo que la disponibilidad aumentó de 87.20% a 95.5% y la tasa de fallas se redujo en 12.80% a 4.55%.

Palabras clave: Mantenimiento Preventivo, índice de fallas, plan de mantenimiento preventivo.

ABSTRACT:

This research work shows the importance of obtaining a maintenance plan for each machine available within the lumber mill, with the objective of applying preventive maintenance to reduce the failure rate within the mill.

This study is an applied and pre-experimental design, since a before and after was evaluated, having as population the four production machines.

For this work, a documented PM schedule will be applied that includes the timely detection of viable anomalies that may occur within the machine; this is achieved through periodic inspection of the machines to maintain and prolong the life of the system.

After the use of preventive maintenance, the mean time between failures increased from 1276 hours to 3024 hours with the addition of 38 hours of PM achieved during a duration of 6 months and a programmer followed, also the mean time between maintenance decreased from 210 hours to 143 hours with the addition of 192 hours, so the availability increased from 87.20% to 95.5% and the failure rate was reduced by 12.80% to 4.55%.

Keywords: Preventive maintenance, failure rate, preventive maintenance plan.

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el mantenimiento preventivo es la mejor y más sencilla técnica de apoyo de aplicar. Requiere seguir las propuestas del fabricante y desarrollar un programa de mantenimiento estándar para recursos básicos y equipos críticos. Un programa de apoyo preventivo marca la diferencia. Los grupos de mantenimiento aumentan su organización y eficiencia, al tiempo que reducen las averías inesperadas y la generación desperdiciada. La gestión de mantenimiento es un punto crítico del arte corporativo y una profesión que no existía en el pasado. Lo que comenzó como un deber de ingenieros y especialistas desarrollados se ha convertido en la columna vertebral de las operaciones comerciales a medida que las organizaciones descubrieron el impacto que el apoyo puede tener en su productividad y resultados. Desde ese momento hasta la fecha, las eras subsiguientes de expertos en mantenimiento han adoptado componentes cada vez más proactivos en su técnica de soporte, como resultado de la mejora de otros procedimientos de soporte, como el mantenimiento basado en riesgos y la adición de soporte rentable. (Emaint, 2019).

La razón es vaticinar averías o roturas en su estado inicial y rectificarlas para mantener máquinas en pleno funcionamiento a niveles de competencia ideales, ampliando su valiosa vida útil y reduciendo los costes de reparaciones importantes. (Adminpromalab, 2020)

El mantenimiento es indudablemente una de las actividades más importantes dentro del proceso productivo porque va a permitir asegurar que las máquinas e instalaciones trabajen de una manera adecuada, va a permitir una mayor productividad y mejorar los costos de producción. Como se trabaja actualmente en las pequeñas empresas, no se cuenta con un personal adecuado para realizar el mantenimiento preventivo principalmente, quiere decir que las empresas utilizan el mantenimiento correctivo, y la desventaja de realizar un mantenimiento correctivo es que se presentan las averías en las máquinas que no han sido programadas y puede originar cuellos de botella. El mantenimiento preventivo envuelve las diversas medidas que se pueden tomar en previsión de

daños en la máquina y los aparatos, en lugar de esperar a que suceda y luego resolverlo. Para ello se deben tomar medidas de sustitución (alteración de piezas gastadas, grasas quemadas, etc.), dilatación (consolidación de sustancias perdidas, etc.) o limpieza (eliminación de acumulaciones, etc.) que son vitales para alargar la vida. Valioso hardware e instrumentos, particularmente cuando se trata de telas modernas. (Etecé, 2021)

Actualmente, en esta pandemia que estamos viviendo, las empresas han tenido que exigir actividades y medidas que les permitan seguir trabajando con una cierta tipicidad, ya que tener reconocidas las gamas y el soporte de sus equipos es de suma trascendencia. "El apoyo adecuado de una planta o industria no favorece la seguridad del trabajador, sino que también beneficia al medio ambiente y su entorno, y, por tanto, a las oficinas, accionistas y clientes. La providencia de accidentes en el trabajo, disminución de desgracias y costos debidos a los paros de generación y al incremento en la valiosa vida de los aparatos y equipos son algunos de los beneficios que aporta a las empresas el resarcimiento del mantenimiento industrial. A ello se puede incluir contar con la documentación del mantenimiento fundamental de cada equipo y mantener una distancia estratégica de daños irreversibles cuando se instalan, lo que permite una reparación del presupuesto y mejora la calidad de la acción de la empresa." (Quiroz, 2020)

Dentro de la empresa, los problemas que existen es que hay sobrecarga de trabajo en el área por falta de personal, desorden en las diferentes áreas ya sea de la producción con en el almacén lo que conlleva impedir moverse con libertad, traslados largos, esto significa que sus tiempos de producción aumentarán por lo que sería ineficiente para la empresa, otro de los problemas que existe es el espacio reducido en el área de producción, desorden dentro del área donde se colocan las herramientas y máquinas que requieren un apoyo correctivo constante por la sencilla razón que son antiguas.

Al ver todo lo mencionado anteriormente surge la siguiente interrogante: ¿De qué manera la aplicación del mantenimiento preventivo reduce el índice de fallas en la empresa Grupo Maderera Selva Central?

Como justificación este trabajo se realizó de manera práctica, ya que se basa en la necesidad de mejorar y desarrollar un plan de mantenimiento para cada máquina, el resultado de la investigación basada en la empresa maderera permitirá, por ende, reducir el índice de fallas y así lograr disminuir las fallas dentro de la misma y maximizar así la disponibilidad de las máquinas. Así como Valery Begazo Carreño en su investigación para la mejora del mantenimiento preventivo donde utilizó la herramienta RCM para optimizar el servicio de mantenimiento a viviendas

Como objetivo principal se va a aplicar el mantenimiento preventivo para reducir el índice de fallas en la empresa Grupo Maderera Selva Central.

Por lo tanto, se plantearon como objetivos específicos analizar la situación actual de la empresa, asimismo se consideró diseñar y aplicar el mantenimiento preventivo, finalmente se realizó una medición del índice de fallas y un análisis estadístico.

En cuanto a hipótesis se espera que La aplicación del mantenimiento preventivo reducirá el índice de fallas en la empresa Grupo Maderera Selva Central.

II. MARCO TEÓRICO

Para iniciar con este proyecto de investigación se contó con diferentes antecedentes internacionales como:

El autor Montoya García, Santiago, referente a la ciudad de Pereira – Colombia (2018) presenta su tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Estructuras del Kafee” se centró principalmente en crear un plan de mantenimiento preventivo. El tipo de investigación que se aplicó fue descriptiva – aplicada utilizando la ficha de inventario de equipos para ver cuáles estaban con más criticidad para así analizarlo y proporcionar un diagnóstico más acertado. Como conclusión tenemos que se logró identificar todos los procesos de la empresa, se codificaron los equipos para tener así un control más estable, ellos también crearon una base de datos de Excel sencillo para que cualquier persona pueda ejecutarlo, logrando así que la empresa Estructura del Kafee tenga más control en la producción luego de aplicar el mantenimiento preventivo.

En cambio el autor Alarcón Boris referente a la ciudad de Guayaquil – Ecuador (2020) presenta su tesis titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad Santa Elena” proponiéndose como objetivo incorporar un plan de mantenimiento preventivo para avanzar en la ejecución operativa, teniendo siempre presente la estabilidad de los empleados y optimizando la eficiencia de la empresa incluyendo un cronograma de mantenimiento preventivo. Su tipo de investigación fue documental – descriptivo. Finalmente, como conclusión obtenemos que si se logró cumplir con todos los objetivos propuestos, pues la investigación pudo respaldar una parte de la hipótesis sobre el contenido de estudio, también se ha planteado un marco metodológico para que sirva de sustento dicha propuesta en relación con los requisitos y prerrequisitos de la planta.

En este trabajo de investigación se realizó algunos antecedentes nacionales como:

El autor Nery Alban publica en el año 2017 su propuesta “Implementación de un plan de mantenimiento Preventivo centrado en la confiabilidad de Las maquinarias en la empresa construcciones Reyes s.r.l. para incrementar la productividad Chiclayo - 2017”, su principal objetivo fue asegurar la accesibilidad y calidad operativa de las máquinas de manera efectiva y segura, para, a fin de, contribuir al cumplimiento del esquema de calidad construido por la empresa, realizó un tipo de investigación descriptivo – aplicativo. En este proyecto de investigación se usó procedimientos de recolección de información tales como formatos para la observación, hojas de cálculos, hojas de registros. Por último, como conclusiones se vemos que se realizó una implementación de los programas de mantenimiento preventivo, se determinó lo confiable que es pues se observa un incremento del 50% en la eficiencia y por cada S/1 aportado, un beneficio de S / 0,76.

El siguiente autor Campos Vera, Illarec Anabeli publica en el año 2018 su tesis “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la empresa de transporte Sayvan E.I.R.L. Chiclayo – 2018” se propuso a crear un arreglo de mantenimiento basado en la estrategia de Soporte Centrado en la fiabilidad para los volquetes. La investigación que hizo fue descriptiva – aplicada, se utilizaron los procedimientos de recopilación de información, la percepción y la investigación documental. Por último, se concluye que la preparación del esquema de mantenimiento preventivo supervisado para extender el beneficio en 36% y por consecuencia aumentaron los ingresos a un S/ 2, 373, 009.83 teniendo así un S/.563 297,61.de ganancia al año.

De la misma forma contamos con algunos antecedentes a nivel local como:

El autor Soledad Rolando en su tesis publicada en el año 2018 titulada “Plan de mantenimiento de la casa de fuerza del Hospital de apoyo de la red Chepén” tuvo como objetivo comprobar el estado de las máquinas y equipos para así aumentar su disponibilidad para posterior efectuar un plan de mantenimiento.

Su proyecto fue de tipo pre – experimental, utilizando herramientas para recolectar datos como las entrevistas, análisis de documentos y medios audiovisuales. Por lo tanto, como resultados sí lograron aumentar dicha disponibilidad en el generador eléctrico en un 65% y el generador de vapor en un 79%, en consecuencia disminuyó los costos de mantenimientos.

Por otra parte, el autor Bustamante Carolyn publica en el año 2021 su tesis titulada “Aplicación del mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos de la empresa Camal del norte S.A.C.- Chepén 2019”, se propuso como objetivo disminuir los costos de trabajo de la empresa por medio de la implementación del mantenimiento preventivo, hacer un diagnóstico de los costos operativos actuales, determinar la criticidad de la empresa y por último planificar el plan de mantenimiento preventivo para luego comparar el antes y el después luego de implementarlo. Este proyecto de investigación fue de tipo descriptiva – cuantitativa. Se usó técnicas de recolección de datos usando análisis documental y observación de campo, fichas de registro de datos, matriz de criticidad, hojas de vida de la maquinaria. Por último, como resultados finales tenemos que luego la implementación del mantenimiento preventivo reducirá los costos de maquinaria en un 65%, los costos de energía en un 30% y los costos de mantenimiento en un 82% los costos de mantenimiento, esto solo significa mejoras notables para la empresa pues durante el proceso de faenamiento disminuyeron los costos operativos.

-

Los autores Jingjing Wang y Yonghao Miao, propusieron una política óptima de mantenimiento preventivo para un sistema balanceado con componentes sujetos a fallas por degradación. Al utilizar el método de incrustación en cadena de Markov, se derivan las probabilidades estacionarias del sistema en cada estado y se formula un modelo de costo mínimo de mantenimiento optimizando el umbral de mantenimiento preventivo.

Los autores Michiel A., Ruud H. Teunter, Bram de Jonge, Jasper Veldman, basado en el estado de las juntas y optimización de la producción. Se encuentra particularmente para equipos giratorios y en movimiento. Donde la Escuela de Administración en la Universidad de Jiangsu, proyectó su trabajo de

investigación de Modelado de los efectos de la dependencia entre procesos de falla en competencia en la política de mantenimiento preventivo basada en condiciones.

Según R. Mena, P. Viveros, E. Zio y S. Campos, desarrollaron un marco de optimización para la disposición oportunista de las actividades de mantenimiento preventivo. El objetivo es elaborar planes de MP que agrupen las ejecuciones de actividades de MP para reducir el número de paros necesarios para cumplir con la política de MP en un horizonte de planificación de mediano plazo.

Los autores Jingjing Wang, Qingan Qiu, Huanhuan Wang y Cong Lin, implantaron una Política de mantenimiento preventivo basada en condiciones óptimas para sistemas equilibrados con unidades. Para evitar las fallas competitivas, se propone una política de mantenimiento preventivo óptima que incorpore dos tipos de umbrales de mantenimiento preventivo.

El autor Rui Zheng, Yifan Zhou, realizó una Comparación de tres políticas de garantía de mantenimiento preventivo para productos que se deterioran con el tiempo y una covariable que varía con el tiempo. Se ha demostrado ampliamente que CBM es un método más eficaz para prevenir fallas inesperadas, no siempre es más rentable que TBM en el contexto de la garantía, especialmente cuando no se puede descuidar el costo asociado con el monitoreo de condición.

Los autores Yu Liu, Qin Zhang, Zhiyuan Ouyang y Hong-Zhong Huang, investigaron sobre la Planificación de producción integrada y programación de mantenimiento preventivo para máquinas paralelas. La incertidumbre del tiempo de producción se formula explícitamente y luego se aproxima mediante la distribución gamma para reducir la complejidad computacional.

Syamsundar, V.NA Naikan y Shaomin Wu adaptan la efectividad del mantenimiento preventivo y correctivo en un modelo de proceso de falla para un sistema reparable.

Los autores Abdessamad, Ali Gharbi, Karem Dhouib y Abdelhakim Artiba abordan diseñan controles conjuntos de producción y mantenimiento

preventivo para sistemas de fabricación poco fiables e imperfectos, e inventarios de bajo degradación de la calidad y confiabilidad.

Los autores Biyu Liu, Yijiao Wang, Haidong Yang, Anders Segerstedt y Liangwei Zhang intentaron resolver el problema del abuso del equipo arrendado por parte del arrendatario y maximizar los beneficios de ambas partes donde se demostró el esfuerzo del arrendatario durante el período de arrendamiento, los ingresos del juego no cooperativo son siempre más bajos que los del juego cooperativo y la mejora en el nivel de esfuerzo y el grado de PM puede aumentar los ingresos de la otra parte.

Mingxin Li, Xiaoli Jiang, Rudy R y Negenborn en su investigación de Mantenimiento oportunista para parques eólicos marinos con despacho preventivo de componentes múltiples basado en la edad. Las turbinas eólicas marinas que operan en el duro entorno marino no solo sufren degradación, sino también impactos ambientales. El impacto puede resultar en un aumento brusco de la degradación o en incidentes repentinos. Las fallas debidas a la degradación final y al impacto crítico crearán oportunidades de mantenimiento, a saber, oportunidad basada en fallas y oportunidad basada en incidentes.

La gestión del mantenimiento es una parte indispensable del objetivo estratégico de la organización. Las operaciones de mantenimiento están en todos los campos y requiere un enfoque extraordinario para cumplir necesidades de la organización. La gestión del mantenimiento se calcula luego por su rendimiento. indicadores, a lo largo de los años, los investigadores han identificado numerosos factores y elementos que mide el rendimiento.

Deryk Anderson menciona que en muchas empresas la diligencia de mantenimiento preventivo se han establecido a lo largo del tiempo con poca disciplina técnica que apoya el proceso de decisión. Esto ha resultado en mantenimiento preventivo actividades que son ineficaces para detectar la aparición de fallas, duplicar el esfuerzo de otras actividades preventivas y faltas por fallas críticas.

El trabajo es más eficiente y la mano de obra se maximiza las listas de verificación de mantenimiento preventivo facilitan a los técnicos completar los PM, lo que los hace más rápidos. Esto reduce el tiempo de inactividad y permite a los técnicos pasar a tareas más calificadas en menos tiempo.

Fajardo Martin indica que las listas de verificación de mantenimiento preventivo pueden identificar problemas y prevenir problemas mayores al programar el mantenimiento antes de lo habitual. Si bien estas listas de verificación las puede realizar el personal de mantenimiento, generalmente son responsabilidad de los operadores de la máquina. Si se identifica un problema durante una lista de verificación de aprobación o reprobación, las tareas de seguimiento se asignan a un técnico de mantenimiento.

Según Wisdomjobs, el mantenimiento es una actividad para mantener los activos el mayor tiempo posible en su estado original porque cualquier máquina / equipo está sujeto a roturas y vestir. Hay cuatro estrategias de mantenimiento comunes.

La estrategia de mantenimiento de averías se conoce como ejecución hasta el fallo. Mantenimiento es la reparación donde es realizada una sustitución después de la máquina. Podemos utilizar esta estrategia para máquinas y equipos. Donde la importancia de la misma es muy baja y no tiene ningún efecto en la producción.

Un sistema de mantenimiento preventivo es un proceso basado en el tiempo mediante el cual prevenir las fallas y problemas en las máquinas y equipos antes que estos ocurran. El mantenimiento preventivo hace que la máquina y rendimiento del equipo más confiable y eficiente al hacer el mantenimiento periódicamente. La prevención de averías de la máquina es muy necesaria porque si tiene un pedido del cliente con un tiempo de entrega especificado, por lo que está seguro que puede entregar el pedido en el momento de la entrega porque todas sus máquinas funcionan perfectamente sin averías, también la calidad de la máquina está asegurada. (Herramientas de Manufactura Esbelta, 2018)

Emaint nos dice que un sistema de mantenimiento predictivo es un proceso basado en condiciones. El mantenimiento predice cuándo pueden ocurrir fallas en el equipo y evita ellos. Esto se puede hacer monitoreando el estado del equipo y realice el mantenimiento por adelantado.

El mantenimiento preventivo desencadena inspecciones periódicas de los equipos para mitigar las degradaciones y reducir la probabilidad de fallas. Las actividades planificadas como la lubricación o el cambio de filtros prolongan la vida útil de los activos y aumentan su eficiencia. Todo esto se traduce en ahorros de dinero.

El mantenimiento preventivo obligatorio es una actividad señalada en el contrato, ley o regulación. Por ejemplo, la ley exige realizar inspecciones y mantenimiento para algunas máquinas, por lo que estas máquinas deben ser inspeccionadas y mantenidas. Por lo general, el seguro requiere PM obligatorio empresas e incluso grandes clientes.

Jain, Minakshi nos relata que el mantenimiento preventivo intenta evitar posibles fallas / averías que resulten en paradas de producción. Se dice que el mantenimiento preventivo es un punto en el tiempo que ahorra tiempo. Por tanto, sigue el lema de que “es mejor prevenir que curar”

Eagle nos menciona que en la actualidad, el tiempo medio dedicado al mantenimiento programado es de 19 horas a la semana. Las empresas también están subcontratando el trabajo el 87% del tiempo debido a las habilidades específicas necesarias. Durante ese tiempo de inactividad, los gerentes tienen dos opciones, o pueden apagar periódicamente sus equipos para mantenimiento o pueden hacerlos funcionar continuamente.

III.METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación del presente proyecto será aplicada. Laura Gerena indica que “La investigación aplicada consiste en mantener conocimientos y realizarlos en la práctica además de mantener estudios científicos con el fin de encontrar respuesta a posibles aspectos de mejora en situación de la vida cotidiana”. Este proyecto será de tipo aplicada pues se usarán las herramientas y conocimientos obtenidos con el fin de aumentar la productividad. (Gerena, 2015)

A la misma vez, el diseño para nuestro proyecto será Experimental de tipo pre – experimental. Por otra parte, Sampiere señala “Diseño pre experimental de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad” (Sampieri, 2000)

3.2 Variables y operacionalización

Como variable independiente está considerado al mantenimiento preventivo. Y como variable dependiente está considerado el índice de fallas. Comenzando tenemos como definición conceptual que “El mantenimiento preventivo consiste de aquellas acciones que se llevan a cabo para evitar que se produzcan problemas o desperfectos a futuro en algún equipo, máquina, o dispositivo que se usa con un fin laboral o doméstico”. (Ucha, 2019)

Por otra parte, la definición operacional de mantenimiento preventivo tenemos que es la ejecución de un sistema de revisiones en intervalos programados lógicamente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos. Su dimensión se basa en la confiabilidad, mostrando así indicadores como confiabilidad, tiempo de funcionamiento(hrs) y el nº de fallas. Y el índice de mantenimiento

programado con sus indicadores de mantenimiento programado, horas totales del mantenimiento programado y horas totales del mantenimiento. Ambos representados por ciertas formulas con su escala de medición de la razón:

$$C = \frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{N^{\circ} \text{ de fallas}} \qquad MP = \frac{\text{Horas totales del mant. prog.}}{\text{horas totales del mantenimiento}}$$

Así mismo, como definición conceptual del índice de fallas tenemos que es la cantidad de componentes que han dejado de funcionar en un dado intervalo de tiempo (Apolinario, 2008)

Por otra parte como definición operacional del índice de fallas puede expresarse bien como un porcentaje de fallas sobre el total de productos examinados o en servicio en términos relativos, o también como un numero de fallas observadas en un tiempo de operación. Su dimensión se basa en el tiempo medio entre fallas (MTBF) mostrando así indicadores como horas totales de periodo y el N° de paradas. Y el tiempo medio entre reparaciones (MTTR) con sus indicadores del tiempo total de reparacion(Hrs) y el N° de fallas. Ambas representadas por ciertas formulas con la escala de medición de la razón:

$$MTBF = \frac{\text{horas totales del periodo}}{N^{\circ} \text{ de paradas}}$$

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparacion}}{N^{\circ} \text{ de fallas}}$$

(ANEXO 01)

3.3 Población, muestra y muestreo

Este proyecto, dispone como población y muestra cada equipo del proceso productivo de la Grupo Maderera Selva Central, realizado en el año 2021. Población es el conjunto de sujetos que reúnen una característica que desea ser estudiada. Mientras, la muestra es una parte de esa población que se selecciona para obtener la información con la que se va a trabajar. (Ludeña, 2021)

Población: La población estará compuesta por los 4 equipos de la maderera.

Muestra: Sera igual a la población.

Y se hará un muestreo por conveniencia, no probabilístico.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según los autores Hernández y Duana en el año 2020 nos dice que a la hora de realizar un trabajo de investigación, es necesario no olvidar las técnicas, estrategias y artilugios como aquellos factores que aseguran el hecho empírico de la investigación.

Esta técnica trata de acumular y graduar la información de activos específicos para obtener una visualización completa y precisa de un tema, vecindad o estado de afición. Además, evalúa los resultados para mejorar la toma de decisiones. Este enfoque permite investigar estadísticas cuantitativas o cualitativas de forma sencilla, para aprender el contexto en el que se desarrolla el tema tratado de estudio.

Por ello se utilizaron técnicas e instrumentos de recolección de datos para llevar a cabo el primer objetivo específico donde se analiza la situación actual de la empresa donde se empleó la observación y el análisis documental, con sus respectivos instrumentos, tales como la ficha de cuestionario (Anexo 03), la guía de observación y la ficha de registro (Anexo 02), como segundo punto se usó la técnica de observación directa utilizando así los instrumentos de la guía de observación para diseñar y aplicar el mantenimiento preventivo, finalmente se realizará una medición del índice de fallas y un análisis estadístico, donde se utilizó el análisis documental, con su instrumento guía de observación (Anexo 04).

Según el autor Wstreicher Guillermo también nos dice que la recolección de datos es el proceso mediante el cual, los investigadores capturan la información que requieren, siendo su fin llevar a cabo un estudio.

A través del juicio de expertos se presentará los instrumentos seleccionados la autenticidad requerida, además se efectuarán las correcciones necesarias para aprobar que el instrumento funcione correctamente, ya que contiene un conocimiento amplio en relación al tema investigado.

3.5 Procedimientos

Los procedimientos se engloban conforme a los objetivos de investigación:

Antes que nada, para adquirir la información se tuvo que presentar un permiso a la empresa, a través de un contacto se pudo tener una cita previa con el gerente de la empresa, donde nos brindó la autorización y facilidades para desarrollar el proyecto.

El supervisor en el área de mantenimiento se llevó a cabo un cuestionario (anexo 03) lo cual se obtuvo conocimiento de la manera en que llevan el mantenimiento a las máquinas, ayudándonos de las fichas de registro se conseguirá observar el estado han estado funcionando los equipos, extrayendo una información válida con respecto al problema que presenta actualmente y sobre los actos que realizan frente a este tipo de ocurrencia.

Para efectuar el mantenimiento preventivo se va a llevar a cabo a través de las guías de observación.

Por último, la medición de los recientes indicadores se calcula posterior a la aplicación del mantenimiento preventivo contando con las guías de observación nos aseguramos que los resultados de los anteriores indicadores y los nuevos indicadores nos ayuden a calcular en cuánto se podrá alterar el índice de fallos . En el presente estudio se utilizaron las siguientes fórmulas para los cálculos correspondientes:

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo Total De Operación}}{\textit{Nº De Fallas}} \quad MTTR = \frac{\textit{Tiempo Total De Operación}}{\textit{Nº De Fallas}}$$

3.6 Método de análisis de datos

Las variables que se empleará para este proyecto serán cuantitativas, donde se va a efectuar un análisis de los datos descriptivo, empleando gráficos y tablas el cual nos proporcionará el proceder de las variables.

También, se adicionará un análisis inferencial donde se va a delegará la validación de la hipótesis y resultados posteriores. Se realizó una prueba estándar utilizando la herramienta T de Student y el programa SPSS (Statistical Package for Social Science).

3.7 Aspectos éticos

Esta investigación cuenta con la autorización y aprobación del gerente de la empresa Grupo Maderera Selva Central, quién contribuyó a la autenticidad de la información permitiendo que este proyecto sea completamente obvia, es muy importante tener en cuenta que el investigador no puede cambiar o perturbar los registros bajo ninguna circunstancia. Ya que los valores morales y éticos deben ir por encima de cualquier cosa. Los principios éticos que se tienen en cuenta en el proyecto serán la caridad para mejorar y promover los temas planteados por la empresa, para el bien y el bienestar de ella, la autonomía donde el investigador tendrá la capacidad de tomar sus propias decisiones, pues está autorizado por los dueños y gerentes de la empresa, y la justicia puesto que los resultados adquiridos a lo largo del desarrollo de los estudios serán bastante acreditados en este reto, además se seguirá la normativa que determine la escuela de ingeniería y los lineamientos establecidos por la Universidad Cesar Vallejo y se referenciará la información mediante la norma APA. Dicha información se analizara con objetividad e imparcialidad.

IV. RESULTADOS

4.1 Analizar la situación actual de la empresa

Para analizar la situación actual de la empresa con respecto a las máquinas en el área de producción se realizó un cuestionario (anexo 03), que permitió entender mejor cómo se controla el mantenimiento y si el personal es apto para esas responsabilidades. Esto se debe a que no tienen un plan de mantenimiento preventivo establecido y, como resultado, las actividades de mantenimiento se ven obstaculizadas, lo que resulta en una pérdida de dedicación por parte de los trabajadores, lo que lleva a un mantenimiento negativo de las máquinas.

Según el cuestionario de RENOVETEC, nos indica el nivel de gestión de mantenimiento que tiene actualmente la empresa.

Tabla 1 Porcentaje de conformidad del cuestionario

Porcentaje de conformidad del cuestionario	
Valor máximo	135
Valor total de los criterios del cuestionario	66
Porcentaje de conformidad	48.89%

Fuente: Renovetec

Tabla 2 Valores de referencia de índice de conformidad

Valores de referencia de índice de conformidad	
< 40%	Sistema muy deficiente
40-60%	Aceptable pero mejorable
60-75%	Buen sistema de mantenimiento
75-85%	El sistema de Mantenimiento es muy bueno
> 85%	El sistema de Mantenimiento puede considerarse excelente

Fuente: Renovetec

Este cuestionario (anexo 03) se han utilizado 27 preguntas donde se han dado valores de 1 a 5, adquiriendo una puntuación completa de 135 puntos, obteniendo como valor total de todas las preguntas de sesenta y seis (66) puntos, esto representa el 48.89% del porcentaje de conformidad y en consonancia con la tabla de valores de Renovetec es *aceptable* pero se puede mejorar.

Después de la evaluación anterior, se han elaborado las fichas técnicas de cada máquina (Anexo 09), indicando la marca, nombre de la máquina y característica. La tabla de inventario (Anexo 10) sugiere la fecha de obtención de cada máquina y su estado actual.

Tabla 3 Resumen del estado actual de los equipos

Resumen	
Bueno	0
Regular	04
Malo	0
Total	04

Fuente: Elaboración propia.

A su vez, se elaboró un historial de fallas de las máquinas en el área de producción de los meses de Enero - Junio de 2021 (Anexo 11), mostrando la frecuencia de fallas por semestre que indica cada máquina, el tiempo que estuvo parado y el tipo de mantenimiento que se realizó a cada máquina, adquiriendo una frecuencia total de 30 fallas por semestre y 737 hrs de tiempo de parada por semestre entre las 4 máquinas.

Anexo 11 Historial de fallas Enero – Junio 2021

HISTORIAL DE FALLAS MÁQUINAS ENERO - JUNIO 2021					
N°	EQUIPO	FALLAS	FRECUENCIA DE FALLAS POR SEMESTRE	TIEMPO DE PARADA SEMESTRE (HRS)	TIPO MANTENIMIENTO
1	Sierra cepilladora	Calentamiento de las herramientas del motor	2	35	Correctivo
		Desgaste de los discos de corte	1	40	Correctivo
		Chirridos de la máquina en funcionamiento	2	60	Correctivo

		Falta de lubricación de los valeros del motor	2	28	Correctivo
2	Desbrozadora	El motor zumba pero la unidad se detiene por periodos	2	90	Correctivo
		Falla de sensor de temperatura	1	65	Correctivo
		Perdida del filo de los discos de corte	3	62	Correctivo
3	Máquina circular	La sierra no enciende	2	80	Correctivo
		Recalentamiento de la caja de engranaje	1	38	Correctivo
		Pinceles brillantes debido al desgaste	1	38	Correctivo
		Desgaste de los discos de corte	5	40	Correctivo
4	Tableadora	Desgaste de fajas y poleas	1	80	Correctivo
		Mal estado de cuchillas cortadoras	2	55	Correctivo
		Empolvamiento del motor eléctrico	2	12	Correctivo
		Falta de potencia en la máquina	3	14	Correctivo
TOTAL			30	737	

Fuentes: *Elaboración propia*

4.2 Diseñar y aplicar el mantenimiento preventivo

Para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo (Anexo 12), se han elaborado de forma detallada las actividades a ejecutar para cada máquina en el área de producción, así como la frecuencia con la que deben realizarse de forma trimestral, bimensual, mensual o semanal, junto con el tiempo correspondiente que debe llevar realizar cada mantenimiento, el personal requerido y la prioridad por realizar dicho mantenimiento, ya sea alto, medio o bajo, para que se potencien las actividades de mantenimiento a través de un manual que indique lo que se debe ejecutar. Como resultado, se prevé preservar las máquinas en situación adecuada, pudiendo disponer de ellos continuamente mientras sean requeridos sin temor a que dejen de funcionar por cualquier parada no programada causada por fallas.

Este plan de mantenimiento fue elaborado para las 4 máquinas que componen el área de producción, basándose principalmente en las guías de cada máquina, junto con una propuesta de orden de trabajo de mantenimiento (Anexo 13), para que cuando se necesite realizar un mantenimiento, se sepa qué equipos se pueden utilizar, El plan de mantenimiento se preparó para el mes de Julio - Diciembre de 2022, y Enero – Junio del 2023, el tiempo y la fecha que va a tomar realizarlo, la máquina a mantener, su prioridad, todo esto en la forma de tener un concepto más claro de lo que se va a ejecutar.

4.2.1. Ejecutar el plan de mantenimiento preventivo y calcular el nuevo índice de fallas.

Tabla 4 Disponibilidad Pre – test

INSTRUMENTO DE MEDICION - PRE TEST								
AREA	Producción	MES	JULIO - DICIEMBRE		AÑO	2021		
N°	EQUIPO	TIEMPO DISPONIBLE	N° FALLAS TRIMESTRAL	HORAS DE PARADA TRIMESTRAL	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	ÍNDICE DE FALLAS
1	Sierra cepilladora	720	3	73	216	24	89.86%	10.14%
		720	4	90	158	23	87.50%	12.50%
2	Desbrozadora	720	2	97	312	49	86.53%	13.47%
		720	4	120	150	30	83.33%	16.67%
3	Máquina circular	720	4	95	156	24	86.81%	13.19%
		720	5	101	124	20	85.97%	14.03%
4	Tableadora	720	4	76	161	19	89.44%	10.56%
		720	4	85	159	21	88.19%	11.81%
TOTAL			30	737	1276	188	87.20%	12.80%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 se muestran las máquinas en el mes de Agosto – diciembre del 2021 junto con el número de fallas que estos presentaron con un total de 30 colectivamente con las horas de paradas como consecuencia de esas fallas, logrando un total de 737, A su vez, se muestra el MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas), que es el tiempo de trabajo que tiene una máquina antes de que se produzca un fallo, obteniendo un total de 1,276 horas y el MTTR (Tiempo Medio Para Reparar), que es el tiempo que se tarda en restaurar un fallo, obteniendo un total de 188 horas, obteniendo en consecuencia una disponibilidad media del 87.20% y un índice de fallas de las máquinas en un 12.80%

Tabla 5 Optimización MTBF

N°	EQUIPO	TIEMPO DISPONIBLE	HORAS MANT. PREVENTIVO	N° FALLAS TRIMESTRAL	MTBF
1	Sierra cepilladora	720	48	2	336
		720	48	2	336
2	Desbrozadora	720	48	1	672

		720	48	2	336
3	Máquina circular	720	48	2	336
		720	48	2	336
4	Tableadora	720	48	2	336
		720	48	2	336
TOTAL			384	15	3024

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 podemos ver que después de hacer uso del mantenimiento preventivo, el MTBF (tiempo medio entre fallos) tiene un aumento de 1,276 horas a 3,024 horas con la incorporación de 384 horas de mantenimiento preventivo terminadas en una duración de 6 meses y el cumplimiento de programación del mantenimiento preventivo

Tabla 6 Optimización de MTTR

N°	EQUIPO	HORAS DE PARADA TRIMESTRAL	HORAS MANT. PREVENTIVO	N° FALLAS TRIMESTRAL	MTTR
1	Sierra cepilladora	9	24	2	17
		9	24	2	17
2	Desbrozadora	6	24	1	30
		8	24	2	16
3	Máquina circular	7	24	2	16
		9	24	2	17
4	Tableadora	8	24	2	16
		8	24	2	16
TOTAL			192	15	143

Fuente: Elaboración propia

Como se comprueba en la Tabla 6, después de aplicar el mantenimiento preventivo, el MTTR (tiempo medio entre reparaciones) ha disminuido de 210 horas a 143 horas con la incorporación de 192 horas de mantenimiento preventivo realizadas en una duración de 6 meses y el cumplimiento de la tabla de tiempos de mantenimiento preventivo.

Tabla 7 Nuevo índice de fallas

EQUIPO	DESPUES		
	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD

				ÍNDICE DE FALLAS
Sierra cepilladora	336	17	95.32%	4.68%
	336	17	95.32%	4.68%
Desbrozadora	672	30	95.73%	4.27%
	336	16	95.45%	4.55%
Máquina circular	336	16	95.59%	4.41%
	336	17	95.32%	4.68%
Tableadora	336	16	95.45%	4.55%
	336	16	95.45%	4.55%
			95.45%	4.55%

Fuente: Elaboración propia

Tal y como se muestra en la Tabla 7 sobre el tema del nuevo índice de fallas, observamos que después de haber realizado y aplicado el plan de mantenimiento preventivo, veremos un auge en la disponibilidad del 87.20% al 95.45%, y en el índice de fallas una reducción del 12.80% al 4.55%.

4.3 Realizar una medición del índice de fallas y un análisis estadístico.

Tabla 8 Medición del índice de fallas

EQUIPO	ANTES			
	MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	ÍNDICE DE FALLAS
Sierra cepilladora	216	24	89.86%	10.14%
	158	23	87.50%	12.50%
Desbrozadora	312	49	86.53%	13.47%
	150	30	83.33%	16.67%
Máquina circular	156	24	86.81%	13.19%
	124	20	85.97%	14.03%
Tableadora	161	19	89.44%	10.56%
	159	21	88.19%	11.81%
			87.20%	12.80%

DESPUES			
MTBF	MTTR	DISPONIBILIDAD	ÍNDICE DE FALLAS
336	17	95.32%	4.68%
336	17	95.32%	4.68%
672	30	95.73%	4.27%
336	16	95.45%	4.55%

336	16	95.59%	4.41%
336	17	95.32%	4.68%
336	16	95.45%	4.55%
336	16	95.45%	4.55%
		95.45%	4.55%

Fuente: *Elaboración propia*

En la tabla 8 se puede observar un aumento en la disponibilidad e índice de fallas de las máquinas de un 8.25% luego de aplicar el mantenimiento preventivo, por lo que las fallas que presentaban ha disminuido a causa de este nuevo plan.

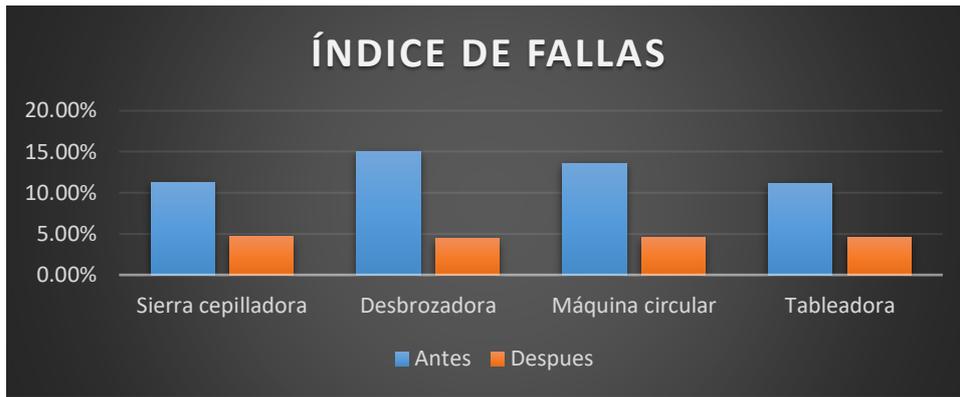
Figura 1 Comparación de disponibilidad



Fuente: *Elaboración propia*

La figura 1 muestra una evaluación inmediata de la dotación antes y después de la utilidad del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas del área de producción de la maderera Selva Central, los equipos con mayor incremento de disponibilidad son la sierra cepilladora seguido de la desbrozadora.

Figura 2 Comparación del índice de fallas



Fuente: Elaboración propia

La figura 2 muestra una evaluación inmediata de la dotación antes y después del índice de fallas en la utilidad del plan de mantenimiento preventivo para las máquinas del área de producción de la maderera Selva Central, los equipos con mayor reducción de fallas son la sierra cepilladora seguido de la desbrozadora.

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para evaluar la hipótesis de investigación, se aplicó una comprobación de normalidad de Shapiro-Wilk, pues los datos eran inferiores a 40, y después se aplicó la prueba T de Student.

Las hipótesis para la prueba de normalidad son:

H0: El índice de fallas de las máquinas de la maderera Selva Central sigue una distribución normal.

H1: El índice de fallas de las máquinas de la maderera Selva Central no sigue una distribución normal.

Donde:

Distribución normal > 0.05

Distribución no normal < 0.05

Figura 3 Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,241	8	,189	,935	8	,563

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente. Software SPSS.

La figura 3 indica el grado de importancia en la prueba estadística de Shapiro-Wilk, que es inferior a 0.56 en consecuencia, los datos del índice de fallas tienen una distribución normal. Por lo tanto, se realizará la prueba estadística de T-Student.

H0: El índice de fallas de las máquinas en el área de producción no se redujo debido a la implementación del mantenimiento preventivo.

H1: El índice de fallas de las máquinas en el área de producción se redujo debido a la implementación del mantenimiento preventivo.

Los resultados localizados dentro de la comprobación de la t de Student fueron:

Figura 4 Prueba de T-Student

Prueba T

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	PreIndFallas	12,8750	8	2,10017	,74252
	PostIndFallas	4,7500	8	,46291	,16366

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas							
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	PreIndFallas - PostIndFallas	8,12500	2,16712	,76619	6,31324	9,93676	10,604	7	,000

Fuente. Software SPSS.

DÓNDE:

$P < 0.05$ Se rechaza la hipótesis nula

Después de actuar la comprobación T-Student, se observó un nivel de importancia de 0,000014, aceptando la hipótesis alternativa de la investigación, que afirma que el mantenimiento preventivo ayudará a reducir el índice de fallas en las máquinas del área de producción en la maderera SELVA CENTRAL

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación se aplicó el mantenimiento preventivo para reducir el índice de fallas en la empresa Grupo Maderera Selva Central, eliminando las fallas, los paros no programados, disminuyendo los costos y mejorar como vienen ejecutando las actividades de mantenimiento. Se procedió a realizar una ficha de cuestionario (Renovetec) que nos ayudó a comprender como vienen ejecutando los mantenimientos dando como resultado que era aceptable pero que se podía mejorar.

De los resultados obtenidos, se afirma que llevar a cabo las actividades de mantenimiento preventivo permite aumentar la disponibilidad de los equipos, tal y como sostienen algunos autores como Pereira (Colombia, 2018) con su tesis titulada "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Estructuras del Kafee", Alarcon Boris (Ecuador, 2020) con su tesis "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena" y Nery Alban (Chiclayo, 2017) con la tesis desarrollada "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa construcciones Reyes S.R.L para incrementar la productividad Chiclayo - 2017" tuvieron como objetivo realizar un plan de mantenimiento preventivo ya que dichas empresas no contaban con una, dedicándose solo a la ejecución de mantenimientos correctivos ocasionando un incremento en los gastos y acortando la vida útil de dichos equipos, como resultado tras la aplicación de un correcto plan de mantenimiento preventivo se puede llegar a tener una mejor operatividad y disponibilidad de los equipos.

Después de manifestar los resultados obtenidos en la presente investigación, se realizó la discusión de los objetivos planteados: en relación al primer objetivo específico fue que tuvimos que analizar la condición actual en la que vienen funcionando los equipos, y en relación con los resultados obtenidos en la tabla 2, en el cual se utilizaron 27 preguntas donde se dieron valores de 1 a 5, adquiriendo una puntuación completa de 135 puntos, obteniendo como valor total de todas las preguntas de sesenta y seis puntos, esto representa el 48.89% del porcentaje de conformidad es aceptable pero se puede mejorar su estado operativo; de la misma

forma los autores Campo Vera, Illarec Anabeli (2018) con su tesis “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la empresa de transporte Sayvan E.I.R.L Chiclayo - 2018” concluyo que la preparación del esquema de mantenimiento preventivo supervisado para extender el beneficio en 36% y por consecuencia aumentaron los ingresos a un S/ 2, 373, 009.83 teniendo así un S/.563, 297, 61 de ganancia al año, por otro lado el autor Soledad Rolando (Chepen - 2018) con su tesis “Plan de mantenimiento de la casa de fuerza del Hospital de apoyo de la red Chepén” Para el presente trabajo de tesis se implementará un programa documentado del plan de mantenimiento de la planta eléctrica del hospital que soporta la red de Chepén, incluyendo la detección oportuna de anomalías o posibles fallas que puedan presentarse en el dispositivo; Esto se logrará mediante la inspección periódica, ajuste, repulido, lubricación, cambio de componentes, entre otros, aplicando el concepto de vida útil. Resultados obtenidos antes y después del mantenimiento: Generador: Usabilidad aumentada en un 65,6%. La confiabilidad aumentó en un 36,8- ,2%. La sustentabilidad aumentó de 7 a 9.3%. Generador de vapor: la disponibilidad aumentó un 79,7 %. La confiabilidad aumentó en un 36,8-1,8%. La sustentabilidad aumentó de 79.6 a 9.3%, con esto pudimos darnos cuenta que el mantenimiento es muy importante ya que además de conservar los equipos y alargar su vida útil también nos permite mantener una buena disponibilidad de estos mismos, evitando que dejen de funcionar en el momento menos esperado.

Siguiendo con el segundo objetivo específico consideramos diseñar y aplicar el mantenimiento para las maquinas en la Maderera Selva Central, este plan de mantenimiento se logró desarrollar para las 4 máquinas que conforman la maderera. En contraste, se elaboraron los historiales de fallas de las máquinas del sector manufacturero para los meses de enero a junio de 2021 (Anexo 11), mostrando la frecuencia de fallas para cada semestre indicado por cada máquina, el tiempo que deja de funcionar la máquina. y tipo de mantenimiento. realizado en cada máquina, obteniendo una frecuencia total de 30 fallas por semestre y 737 horas de inutilización por semestre entre máquinas. Así mismo este proyecto será de tipo aplicada pues se usarán las herramientas y conocimientos obtenidos con el fin de aumentar la productividad. El cronograma de mantenimiento contiene de forma detallada las actividades a realizarse para cada equipo, la frecuencia con la

que deben aplicarse estas actividades ya sean de manera semanal, mensual, bimensual, trimensual o semestral, junto con el tiempo que debe tomar cada actividad de mantenimiento preventivo, el número de personal necesario y la prioridad de dicho mantenimiento ya sea alta, media o baja, también se elaboró una propuesta de orden de trabajo de mantenimiento donde nos permitirá que cada vez que se requiera realizar un mantenimiento ver que herramientas se van a utilizar, si ya cuenta con dichas herramientas o se tiene que comprar, la falla que va a tratar, el tiempo y la fecha que le tomará realizarlo, a que equipo va realizar el mantenimiento, su prioridad, alguna descripción del problema todo esto con el fin de tener más claro lo que se quiere realizar, por otro lado, La autora Bustamante Carolyn publica en 2021 su tesis titulada “Aplicación de Mantenimiento Preventivo para Reducir Costos de Operación de Camal del Norte S.A.C. Chepén 2019”, el objetivo es reducir el costo de las obras de la empresa a través de la implementación de medidas preventivas. mantenimiento, diagnosticando los costos operativos actuales, determinando la importancia de la empresa y finalmente planificando el mantenimiento preventivo para luego comparar el sitio antes y después de este proyecto. Este proyecto de investigación es de tipo descriptivo-cuantitativo. Técnicas de recolección de datos utilizadas según la literatura Revisión y observaciones de campo, registros de datos, matrices clave, resúmenes de máquinas Finalmente, como resultado final, encontramos que la implementación del mantenimiento preventivo reducirá los costos de maquinaria en un 65%, los costos de energía en un 30% y costos de mantenimiento en un 82%. lo que significa mejoras notables para el negocio ya que durante el faenado se reducen los costos operativos.

De acuerdo con la norma COVENIN 30 993, el mantenimiento se puede definir como un conjunto de actividades que mantienen o restauran un sistema de producción a un estado específico, para que el sistema pueda continuar cumpliendo con sus funciones. De manera similar, Duffuaa, Dixon y Raouf (2005, p.32) agregan que el mantenimiento es la combinación de actividades donde un equipo o un sistema se mantiene en un estado en el que puede realizar las funciones que se le asignan.

Por último como tercer objetivo específico tuvimos que realizar una medición del índice de fallas y un análisis estadístico en relación con los resultados obtenidos, en la tabla 4 se muestran las máquinas en el mes de Agosto – diciembre del 2021 junto con el número de fallas que estos presentaron con un total de 30, colectivamente con las horas de paradas como consecuencia de esas fallas, logrando un total de 737, A su vez, se muestra el MTBF (Tiempo Medio Entre Fallas), que es el tiempo de trabajo que tiene una máquina antes de que se produzca un fallo, obteniendo un total de 684 horas y el MTTR (Tiempo Medio Para Reparar), que es el tiempo que se tarda en restaurar un fallo, obteniendo un total de 101 horas, obteniendo en consecuencia una disponibilidad media del 87.20% y un índice de fallas de las máquinas en un 12.80% de operatividad, En la Tabla 5 podemos ver que después de usar el mantenimiento preventivo, MTBF (tiempo medio entre fallas) aumentó de 68 horas a 1508 horas con la adición de 192 horas de mantenimiento preventivo realizadas durante 6 meses y adherirse a un programa de mantenimiento preventivo. Como se muestra en la Tabla 6, después de aplicar el mantenimiento preventivo, el MTTR (tiempo medio entre reparaciones) disminuyó de 101 horas a 72 horas con la adición de 192 horas adicionales de mantenimiento preventivo realizado durante un período de 6 meses y seguir las precauciones. horario de mantenimiento.

De la misma forma R. Mena, P. Viveros, E. Zio y S. Campos, han desarrollado un marco optimizado para la disposición oportunista de las actividades de mantenimiento preventivo. El objetivo es preparar planes de PM que refuercen la implementación de actividades de PM para reducir la cantidad de tiempos de inactividad necesarios para cumplir con la política de PM dentro del alcance de la planificación a mediano plazo. Por ende, en relación al plan de mantenimiento preventivo, se pudo llegar a demostrar en la Tabla 7 para las nuevas tasas de fallas, observamos que después de implementar y aplicar un plan de mantenimiento preventivo, veríamos un aumento en la preparación del 85,1 % al 95, 2 % y la tasa de fallas del 12,80 % al ,58 %. En la tabla 8 se observa que la disponibilidad de las máquinas aumentó en un 8,22% y la tasa de fallas disminuyó en un 8,22% después de aplicar el mantenimiento preventivo, por lo que las fallas que presentaban se redujeron con este nuevo sistema.

VI. CONCLUSIONES

En el diagnóstico de la situación actual, se puede concluir que la maderera Selva Central tenía un problema sobre los mantenimientos que estaban llevando a cabo, por ello se procedió a realizar un cuestionario de la Empresa “RENOVETEC” que está especializada en los mantenimientos, donde se utilizó 27 preguntas dándoles valores del 1 al 5, obteniendo un puntaje total 135 puntos, al terminar con dicho cuestionario se obtuvo un valor de 66 puntos, este representaba el 48.89% del porcentaje de conformidad y según la tabla de valores de RENOVETEC se encontraba en que era aceptable pero que se podía mejorar.

En relación al cronograma del mantenimiento preventivo para los 4 equipos de la maderera Selva Central este nos permitió conocer que actividades se iban a realizar en el transcurso del año, de la misma forma el personal que iba a ser necesario, el tiempo que debía tomar cada actividad programada, que prioridad tenía ya sea alta, media o baja y la frecuencia en la es que estas debían ejecutarse de manera semanal, mensual, bimensual, trimensual o semestral llegando a aumentar la disponibilidad en un 12.80%.

Al ejecutar el plan de mantenimiento preventivo el MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) tiene un incremento de 684 horas a 1508 horas y el MTTR (Tiempo Medio entre Reparaciones) tiene una disminución de 101 horas a 72 horas ambos con la incorporación de 192 horas de mantenimiento preventivo realizado en un periodo de 6 meses y al cumplimiento de programación del mantenimiento preventivo.

En relación a la nueva disponibilidad, se observó que después de haber realizado y aplicado el plan de mantenimiento preventivo, veremos un auge en la disponibilidad del 85.14% al 95.42%, y en el índice de fallas del 12.80% al 4.58%. También se puede observar un aumento en la disponibilidad de las máquinas de un 8.22% y una reducción en el índice de fallas del 8.22% luego de aplicar el mantenimiento preventivo, por lo que las fallas que presentaban ha disminuido a causa de este nuevo sistema.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para este proyecto de investigación son las siguientes:

La cooperación entre la dirección de la maderera con el área del mantenimiento se vea reflejada en la autorización de compra de accesorios y materiales que se usaran para llevar a cabo el mantenimiento. La empresa Grupo Maderera Selva Central tiene que cumplir con el plan de mantenimiento preventivo, realizando y cumpliendo con todas las actividades, puesto que esto aumentara la disponibilidad de los equipos y minimizara los costos de mantenimiento. Para mantener en buen estado los equipos es necesario realizar un mantenimiento preventivo, ya que el objetivo de este tipo de mantenimiento es conservar el equipo o instalación modificando y limpiando para asegurar su correcto funcionamiento, su precisión, evitar paradas no planificadas, por lo tanto, Para tener una buena disponibilidad de los equipos, es necesario respetar las horas programadas del plan de mantenimiento preventivo, ya que esto puede tener una relación directa con la disponibilidad.

Al personal nuevo que ingrese al area de mantenimiento darles la correcta capacitacion para así poder asegurar el cumplimiento de las actividades y de manera periódica realizar el stock de los repuestos que tienen un mayor flujo, disminuyendo los costos y gastos innecesarios para los próximos planes de mantenimiento preventivo.

A los responsables del mantenimiento, ponerlos en conocimiento de la correcta actualización del inventario físico, registro, etc. E implementar normativa que facilite una cultura de mantenimiento preventivo en la empresa Grupo Maderera Selva Central.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdessamad, Ali Gharbi, Karem Dhouib y Abdelhakim Artiba abordam. "Diseño de controles conjuntos de producción y mantenimiento preventivo para sistemas de fabricación poco fiables e imperfectos, e inventarios de bajo degradación de la calidad y confiabilidad". [En línea]. China, 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2020.12.003>.

Adminpromalab. 2020. "*Mantenimientos y Equipos*". [En línea] 2020.
<https://promalab.mx/mantenimiento-a-equipos-de-laboratorio/porque-es-importante-realizar-mantenimientos-preventivos/>.

Alarcón, Boris. "*Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad Santa Elena*". [En línea]. Ecuador: Guayaquil, 2020.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20080/1/UPS-GT003160.pdf>.

Alban, Nery. "*Implementación de un plan de mantenimiento Preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad*". [En línea]. Perú: Chiclayo, 2017.
<http://hdl.handle.net/20.500.12423/798>.

Al-Dulaimi, Mustafa. 2018. "*Planificación del Mantenimiento Preventivo de Bombas*". [En línea] Finlandia: Helsinki, 2018.
<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/144697/Al-Dulaimi%20Mustafa.pdf>.

Allahyar, Arsalan. "*Análisis de Desempeño de planificación y programación, mantenimiento preventivo y gestión de inventarios para la eficacia de la gestión del mantenimiento: Papel Moderador de la Implementación de Funciones de Calidad*". [En línea]. Pakistan: Islamabad. Julio de 2018.
https://www.academia.edu/38352486/PERFORMANCE_ANALYSIS_OF_PLANNING_AND_SCHEDULING_PREVENTIVE_MAINTENANCE_and_INVENTORY_MANAGEMENT_FOR_THE_EFFECTIVENESS_OF_MAINTENANCE_MANAGEMENT_MODERATING_ROLE_OF_QUALITY_FUNCTION_DEPLOYMENT.

Anderson, Deryk. "*Reducir el costo de Mantenimiento Preventivo*". [En línea]. 2019 . <https://www.plant-maintenance.com/articles/PMCostReduction.pdf>.

Apolinario, Miguel. 2008. "Estimación de la confiabilidad mediante el análisis de Weibull." [En línea]. 2008. págs. 27 - 28.

Biyu Liu, Yijiao Wang, Haidong Yang, Anders Segerstedt y Liangwei Zhang. 2020. "Estrategia de servicio de mantenimiento para equipos arrendados: integración del mantenimiento preventivo del arrendador y los esfuerzos de protección cuidadosa del arrendatario." [En línea]. China. 18 de Agosto de 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107257>.

Bustamante, Carolyn. "Aplicación del mantenimiento preventivo para reducir los costos operativos de la empresa Camal del norte S.A.C." [En línea]. Perú: Chepén, 2021.

Campos Vera, Illarec Anabeli. "Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad para incrementar la rentabilidad en la empresa de transporte Sayvan E.I.R.L" [En línea]. Perú: Chiclayo, 2018. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1751>.

Eagle, El equipo de Field. "Elementos para incluir en la lista de verificación de mantenimiento preventivo" [En línea]. Canadá: Toronto. 01 de Febrero de 2019. <https://www.fieldeagle.com/inspection-software-blog/six-items-to-include-in-your-preventative-maintenance-checklist/>.

Emaint. "Mantenimiento Preventivo Versus Mantenimiento Preventivo." [En línea]. España. 03 de Abril, 2018. <https://www.emaint.com/es/what-is-preventive-maintenance/>.

Emaint. "Mantenimiento Preventivo". [En línea]. España 2019. <https://www.emaint.com/es/what-is-preventive-maintenance/>.

Etécé, Equipo Editorial. "Mantenimiento preventivo de equipos y procesos de plantas de tratamiento de agua y plantas depuradoras". [En línea] Argentina. 5 de Agosto de 2021. <https://concepto.de/mantenimiento-preventivo/>.

Fiix. "Evaluación de diferentes estrategias de gestion de mantenimiento"[En línea]. EEUU 24 de Marzo de 2018. <https://www.fiixsoftware.com/maintenance-strategies/evaluating-maintenance-strategies-select-model-asset-management/>.

Gerena, Laura. 2015. *Investigacion Aplicada*. s.l. : Calameo, 2015.

Herramientas de Manufactura Esbelta. "*Mantenimiento Preventivo*" [En línea] 24 de Marzo de 2018. <http://leanmanufacturingtools.org/425/preventive-maintenance/>.

Jain, Minakshi. "*Mantenimiento Preventivo: significado, objetivos y aplicaciones*" [En línea] <https://www.yourarticlelibrary.com/industries/preventive-maintenance/preventive-maintenance-meaning-objectives-and-applications/90679>.

Jingjing Wang, Qingan Qiu, Huanhuan Wang y Cong Lin. "*Implantación de una Política de mantenimiento preventivo basada en condiciones óptimas para sistemas equilibrados con unidades*". [En línea]. China, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.res.2021.107606>.

Jingjing, Wang y Yonghao, Miao. "*Propuesta de una política óptima de mantenimiento preventivo para un sistema balanceado con componentes sujetos a fallas por degradación*" [En línea]. China, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.res.2021.107690>.

Michiel A., Ruud H. Teunter, Bram de Jonge, Jasper Veldman. "*El estado de las juntas y optimización de la producción*" [En línea]. China, 2021. <https://doi.org/10.1287/msom.2019.0773>.

Mingxin Li, Xiaoli Jiang, Rudy R y Negenborn. "*Mantenimiento oportunista para parques eólicos marinos con despacho preventivo de componentes múltiples basado en la edad*." [En línea]. China, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109062>.

Biyu Liu, Yijiao Wang, Haidong Yang, Anders Segerstedt y Liangwei Zhang. "*Estrategia de servicio de mantenimiento para equipos*" [En línea]. China, 2020.

P., Valtanen P. & Perala. 2017. *Funcionamiento Estandar, Procedimientos Preventivos, Mantenimiento y Auditorías de Proceso por Capas*[En línea]. Finlandia: Savonia, 17 de Abril de 2017. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/128796/Valtanen_Petri.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed.

Quiroz, Marcelo. 2020. *La importancia del Mantenimiento Industrial en tiempos de pandemia*. [En línea] Chile, 2020.

R. Mena, P. Viveros, E. Zio y S. Campos. “Desarrollo de un marco de optimización para la disposición oportunista de las actividades de mantenimiento preventivo” [En línea]. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107801>.

Rui Zheng, Yifan Zhou. “Comparación de tres políticas de garantía de mantenimiento preventivo para productos que se deterioran con el tiempo y una covariable que varía con el tiempo”. [En línea]. China, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107676>.

Sampieri, Roberto Hernández. *Metodología de la investigación 6ta edición*. s.l. : McGrawHillEducation, 2000.

Santiago, Montoya García. “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Estructuras del Kafee” [En línea]. Colombia: Pereira, 2018. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8460/6200046M798.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Soledad, Rolando. “Plan de mantenimiento de la casa de fuerza del Hospital de apoyo de la red Chepén” [En línea]. Perú: Chepén, 2018.

Sordo, Ana. “Recolección de datos: Métodos, Técnicas e instrumentos”. [En línea] Abril de 2021. <https://blog.hubspot.es/marketing/recoleccion-de-datos>.

Syamsundar, V.NA Naikan y Shaomin Wu. “La efectividad del mantenimiento preventivo y correctivo en un modelo de proceso de falla para un sistema reparable”. [En línea]. China, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107278>.

Ucha, Florencia. 2019. *Definición de mantenimiento*. s.l. : DefiniciónABC, 2019.

Wisdomjobs. *Tutorial de Gestion de produccion y operaciones*. [En línea] 18 de Marzo de 2018. <https://www.wisdomjobs.com/e-university/production-and-operations-management-tutorial-295/types-of-maintenance-9669.html>.

DiegoMartín. 2019. “La contratación del mantenimiento”. [En línea]. Editorial RENOVETEC: <http://www.renovetec.com/auditoriasdemantenimiento.pdf>

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Ucha (2019) nos dice que consiste de aquellas acciones que se llevan a cabo para evitar que se produzcan problemas o desperfectos a futuro en algún equipo, máquina, o dispositivo que se usa con un fin laboral o doméstico.	El mantenimiento preventivo tenemos que es la ejecución de un sistema de revisiones en intervalos programados lógicamente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos.	Confiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Confiabilidad - Tiempo de funcionamiento (Hrs) - N° de fallas $C = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{N° de fallas}}$	Razón
			Índice de mantenimiento o programado	<ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento programado - Hrs totales del mant. Prog. - Hrs totales del mantenimiento $MP = \frac{\text{Hrs totales del mant. programado}}{\text{Horas totales del mantenimiento.}}$	Razón
Variable dependiente ÍNDICE DE FALLAS	Apolitano (2008) indica que es la cantidad de componentes que han dejado de funcionar en un dado intervalo de tiempo	El índice de fallas puede ser expresada tanto como un porcentaje de fallas sobre el total de productos examinados o en servicio en términos relativos, o también como un número de fallas observadas en un tiempo de operación.	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	<ul style="list-style-type: none"> - Horas totales del periodo - N° de paradas $MTBF = \frac{\text{Horas totales del periodo}}{\text{N° paradas}}$	Razón
			Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)	<ul style="list-style-type: none"> - Tiempo total de reparación (Hrs) - N° de fallas $MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{N° de fallas}}$	Razón

ANEXO 02: FICHA DE REGISTRO

EMPRESA:			
NOMBRE DE MAQUINA:			
Nº DE SEMANA	TIEMPO UTILIZADO (por día)	TIEMPO TOTAL UTILIZADO	TIEMPO MUERTO

ANEXO 03: FICHA DE CUESTIONARIO RENOVETEC

Item	Pregunta	Valoración				
		1	2	3	4	5
1	¿La calificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada?		X			
2	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?		X			
3	¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento?	X				
4	¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la central mejoren?		X			
5	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación sencillas?			X		
6	¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar tareas eléctricas o de instrumentación especializadas?			X		
7	¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar tareas mecánicas sencillas?				X	
8	¿Se respeta el horario de entrada y salida?			X		
9	¿Se respeta la duración de los descansos?				X	
10	¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada?		X			
11	¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos?	X				
12	¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo?			X		
13	¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quien y cuando se realiza cada tarea)?			X		
14	¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple?		X			

15	¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes?			X		
16	¿El plan de mantenimiento se realiza?		X			
17	¿El número de averías repetitivas es bajo?			X		
18	¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo?		X			
19	¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades?			X		
20	¿El número de averías pendientes de reparación es bajo?		X			
21	¿La razón por la que las averías pendientes están pendientes está justificada?		X			
22	¿Se realiza un análisis de los fallos que afectan a los resultados de la planta?		X			
23	¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos?		X			
24	¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles?			X		
25	¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea?		X			
26	¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios?		X			
27	¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado?			X		

ANEXO 04: MEDICIÓN DEL ÍNDICE DE FALLAS DE LAS MÁQUINAS ANTES Y DESPUÉS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

MEDICIÓN DE INDICADORES EN LAS MÁQUINAS ANTES DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Nº DE ITEMS	MES	INDICADORES	
		Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)

MEDICIÓN DE INDICADORES EN LAS MÁQUINAS DESPUÉS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
Nº DE ITEMS	MES	INDICADORES	
		Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)

ANEXO 05: VALIDACIÓN DE EXPERTOS

CARTA DE PRESENTACION

Señor (a): Sandoval Reyes Carlos José

Presente



Asunto: VALIDACION DE INSTRUMENTOS A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTO .

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de *Chepén*, promoción 2021-2, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es *Aplicación del Mantenimiento preventivo para reducir el índice de fallas en la empresa Grupo Maderera Selva Central Chepén – 2021* y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Horra Muguerra, Johnny Giuseppe Paolo
DNI: 73071354

Chayguaque Grados, Luis Alberto
DNI:

CARTA DE PRESENTACION

Señor (a): Luis Edgardo Cruz Salinas

Presente

Asunto: VALIDACION DE INSTRUMENTOS A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTO .

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de *Chepén*, promoción 2021-2, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero .

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es *Aplicación del Mantenimiento preventivo para reducir el índice de fallas en la empresa Grupo Maderera Selva Central Chepén – 2021* y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación .
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Horra Muguerza, Johnny Giuseppe Paolo
DNI: 73071354

Chayguaque Grados, Luis Alberto
DNI:

CARTA DE PRESENTACION

Señor: Ing. Yimi Frank Moncada Pacherras

Presente

Asunto: VALIDACION DE INSTRUMENTOS A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de *Chepén*, promoción 2021-2, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es *Aplicación del Mantenimiento preventivo para reducir el índice de fallas en la empresa Grupo Maderera Selva Central Chepén – 2021* y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Horna Muguerza, Johnny Giuseppe Paolo
DNI: 73071354



Chayguaque Grados, Luis Alberto
DNI: 74416921

ANEXO 06: VARIABLES Y DIMENSIONES

DEFINICION CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento preventivo

Florencia Ucha (2019) nos dice que el mantenimiento preventivo consiste de aquellas acciones que se llevan a cabo para evitar que se produzcan problemas o desperfectos a futuro en algún equipo, máquina, o dispositivo que se usa con un fin laboral o doméstico

Dimensiones de la variable

Dimensión: Confiabilidad

La confiabilidad es la probabilidad de que una unidad o producto se desempeñe satisfactoriamente cumpliendo con su función durante un periodo de tiempo diseñado y bajo condiciones previamente especificadas. (Acuña Jorge, 2003, p. 16)

Dimensión: Índice de mantenimiento programado

Iglesias Jacobo (2015, p. 241) nos dice que el índice de mantenimiento programado es la relación entre las horas dedicadas a las tareas de mantenimiento programado o preventivo y las horas totales dedicadas al mantenimiento.

VARIABLE DEPENDIENTE: Índice de fallas

Apolitano Miguel (2008, p. 27-28) nos define como la cantidad de componentes que han dejado de funcionar en un dado intervalo de tiempo

Dimensiones de la variable

Dimensión: Tiempo medio entre fallas (MTBF)

Martínez (2020) indica que el tiempo medio entre fallas es el resultado obtenido de la división entre las horas de operación acumuladas de un sistema, durante un periodo determinado y número de fallas que presentó en ese periodo.

Dimensión: Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)

El MTTR representa el tiempo medio de reparación incluyendo tanto los tiempos programados como los no programados, dentro de los cuales hay que contar los tiempos de todos los procesos asociados a la reparación. (Carpio, 2013)

ANEXO 07: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES QUE MIDE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD

VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Variable independiente MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Confiability	$C = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas}}$	Razón
	Indice de mantenimiento programado	$MP = \frac{\text{Horas totales del mant. programado}}{\text{Horas totales del mantenimiento.}}$	Razón
Variable dependiente INDICE DE FALLAS	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	$MTBF = \frac{\text{Horas totales del periodo}}{\text{N}^\circ \text{ paradas}}$	Razón
	Tiempo medio entre reparaciones (MTTR)	$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{N}^\circ \text{ de fallas}}$	Razón

Fuente: elaboración propia

ANEXO 08: CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento preventivo	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1:							
1	Índice de mantenimiento programado	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2:	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Confiabilidad	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: índice de fallas	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1:							
3	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2:	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Tiempo medio para reparar (MTTR)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [✓] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: Sandoval Reyes Carlos José

DNI: 09222224

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Junio 2021

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante

Hanna Muscarella, Johnny Giuseppe Paolo
Ingeniero, CIPPEC, Luis Roberto

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento preventivo	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1:							
1	Índice de mantenimiento programado	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2:	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Confiabilidad	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: índice de fallas	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1:							
3	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2:	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Tiempo medio para reparar (MTTR)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Luis Edgardo Cruz Salinas

DNI: 19223300

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Junio 2021

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Luis Edgardo Cruz Salinas
ING. INDUSTRIAL
R. C.I.P. N° 224494

Firma del Experto Informante

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Mantenimiento preventivo	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1:							
1	Indice de mantenimiento programado	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2:	Si	No	Si	No	Si	No	
2	Confiability	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: índice de fallas	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSION 1:							
3	Tiempo medio entre fallas (MTBF)	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2:	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Tiempo medio para reparar (MTTR)	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Yimi Frank Moncada Pacherras

DNI: 70073619

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Junio 2021

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma del Experto Informante

ANEXO 09: FICHA TÉCNICA DE LAS MÁQUINAS

MÁQUINAS DE CORTADO DE MADERA			
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
MODELO	RF7231FO1	AÑO DE COMPRA	2012
NOMBRE DEL EQUIPO:	Sierra cepilladora		
MARCA	YunlinLi	CONSUMO	110 - 220 V AC
TIPO	EQUIPO DE CORTADO DE MADERA		
CARACTERISTICA	CORTA LA MADERA		



MÁQUINAS DE CORTADO DE MADERA			
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
MODELO	JT-3070	AÑO DE COMPRA	2013
NOMBRE DEL EQUIPO:	Desbrozadora		
MARCA	Crown	CONSUMO	110 - 220 V AC
TIPO	EQUIPO DE CORTADO DE MADERA		
CARACTERISTICA	TRITURA LA MADERA		



MÁQUINAS DE CORTADO DE MADERA			
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
MODELO	0	AÑO DE COMPRA	2012
NOMBRE DEL EQUIPO:	Máquina circular		
MARCA	Crown	CONSUMO	110 - 220 V AC
TIPO	EQUIPO DE CORTADO DE MADERA		
CARACTERISTICA	CORTADO DE MADERA		



MÁQUINAS DE CORTADO DE MADERA			
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO			
MODELO	0	AÑO DE COMPRA	2013
NOMBRE DEL EQUIPO:	Tableadora		
MARCA	Crown	CONSUMO	110 - 220 V AC
TIPO	EQUIPO DE CORTADO DE MADERA		
CARACTERISTICA	CORTADO DE MADERA		



ANEXO 10 INVENTARIO

NOMBRE MÁQUINA	SERVICIO	FECHA DE INSTALACION	EVALUACIÓN ACTUAL DE LOS EQUIPOS				
			MANTENIMIENTO POR EL PROVEEDOR			CONCLUSION DE LA EVALUACION	
			GARANTÍA	VENCIMIENTO O GARANTIA	CUMPLIMIENTO	ESTADO	PROGRAMACION
Sierra cepilladora	Área de producción	15/02/2012	36 meses	15/02/2015	Si	Regular	Correctivo
Desbrozadora	Área de producción	17/03/2013	36 meses	17/03/2016	Si	Regular	Correctivo
Máquina circular	Área de producción	7/03/2012	36 meses	7/03/2015	Si	Regular	Correctivo
Tableadora	Área de producción	28/09/2013	36 meses	28/09/2016	Si	Regular	Correctivo

ANEXO 11 HISTORIAL DE FALLAS ENERO – JUNIO 2021

HISTORIAL DE FALLAS MÁQUINAS ENERO - JUNIO 2021					
Nº	EQUIPO	FALLAS	FRECUENCIA DE FALLAS POR SEMESTRE	TIEMPO DE PARADA SEMESTRE (HRS)	TIPO MANTENIMIENTO
1	Sierra cepilladora	Calentamiento de las herramientas del motor	2	35	Correctivo
		Desgaste de los discos de corte	1	40	Correctivo
		Chirridos de la máquina en funcionamiento	2	60	Correctivo
		Falta de lubricación de los valeros del motor	2	28	Correctivo
2	Desbrozadora	El motor zumba pero la unidad se detiene por periodos	2	90	Correctivo
		Falla de sensor de temperatura	1	65	Correctivo
		Perdida del filo de los discos de corte	3	62	Correctivo
3	Máquina circular	La sierra no enciende	2	80	Correctivo
		Recalentamiento de la caja de engranaje	1	38	Correctivo
		Pinceles brillantes debido al desgaste	1	38	Correctivo
		Desgaste de los discos de corte	5	40	Correctivo
4	Tableadora	Desgaste de fajas y poleas	1	80	Correctivo
		Mal estado de cuchillas cortadoras	2	55	Correctivo
		Empolvamiento del motor eléctrico	2	12	Correctivo
		Falta de potencia en la máquina	3	14	Correctivo
TOTAL			30	737	

ANEXO 13 PROPUESTA DE ORDEN DE TRABAJO MANTEN.

Propuesta de orden de trabajo de mantenimiento					
GRUPO MADERERA SELVA CENTRAL					
N° de Orden		Fecha inicio		Hora inicio	
Duración		Fecha final		Hora final	
Área					
Equipo					
Parte					
Solicitado por		Prioridad			
Asignado a		Tipo de se			
Tipo Mantenimiento		Material			
Grupo de fallas		Cantidad			
Fallas reportada		Se tiene/se			
Descripción del trabajo a realiza					
Firma del encargado de área de mantenimiento					

ANEXO 14 DISPONIBILIDAD PRE TEST

INSTRUMENTO DE MEDICION - PRE TEST								
AREA	Producción	MES	JULIO - DICIEMBRE		AÑO	2021		
N°	EQUIPO	TIEMPO DISPONIBLE	N° FALLAS TRIMESTRAL	HORAS DE PARADA TRIMESTRAL	MTBF	MTR	DISPONIBILIDAD	ÍNDICE DE FALLAS
1	Sierra cepilladora	720	3	73	216	24	89.86%	10.14%
		720	4	90	158	23	87.50%	12.50%
2	Desbrozadora	720	2	97	312	49	86.53%	13.47%
		720	4	120	150	30	83.33%	16.67%
3	Máquina circular	720	4	95	156	24	86.81%	13.19%
		720	5	101	124	20	85.97%	14.03%
4	Tableadora	720	4	76	161	19	89.44%	10.56%
		720	4	85	159	21	88.19%	11.81%
TOTAL			30	737	1276	210	87.20%	12.80%

ANEXO 15 HISTORIAL DE FALLAS ENERO – JUNIO 2022

HISTORIAL DE FALLAS ENERO - JUNIO 2022					
N°	EQUIPO	FALLAS	FRECUENCIA DE FALLAS POR SEMESTRE	TIEMPO DE PARADA SEMESTRE	TIPO MANTENIMIENTO
1	Sierra cepilladora	Calentamiento de las herramientas del r	1	5	Preventivo
		Desgaste de los discos de corte	1	7	Preventivo
		Chirridos de la máquina en funcionamiento	2	6	Preventivo
2	Desbrozadora	El motor zumba pero la unidad se detiene	1	5	Preventivo
		Falla de sensor de temperatura	1	5	Preventivo
		Perdida del filo de los discos de corte	1	4	Preventivo
3	Máquina circular	La sierra no enciende	1	6	Preventivo
		Recalentamiento de la caja de engranajes	1	5	Preventivo
		Pinceles brillantes debido al desgaste	2	5	Preventivo
4	Tableadora	Desgaste de fajas y poleas	1	8	Preventivo
		Mal estado de cuchillas cortadoras	2	5	Preventivo
		Falta de potencia en la máquina	1	3	Preventivo

ANEXO 16 OPTIMIZACIÓN DE MTBF

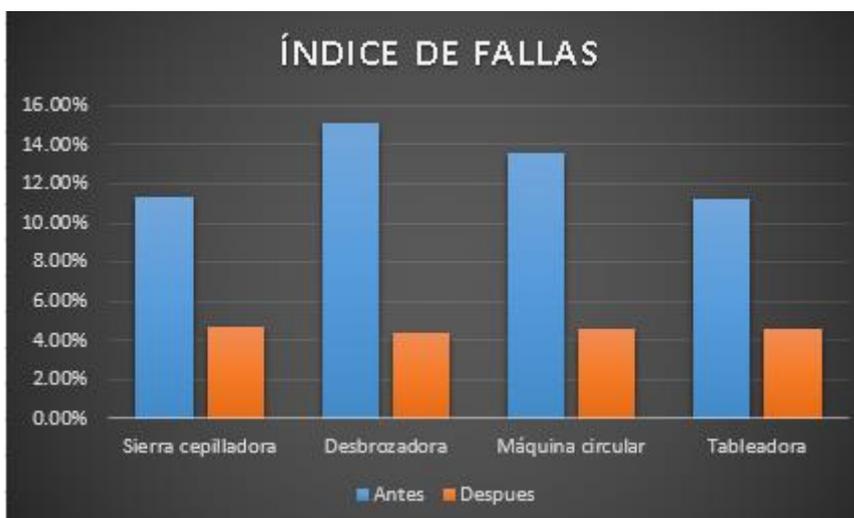
N°	EQUIPO	TIEMPO DISPONIBLE	HORAS MANT. PREVENTIVO	N° FALLAS TRIMESTRAL	MTBF
1	Sierra cepilladora	720	48	2	336
		720	48	2	336
2	Desbrozadora	720	48	1	672
		720	48	2	336
3	Máquina circular	720	48	2	336
		720	48	2	336
4	Tableadora	720	48	2	336
		720	48	2	336
TOTAL			384	15	3024

ANEXO 17 OPTIMIZACIÓN DE MTTR

N°	EQUIPO	HORAS DE PARADA TRIMESTRAL	HORAS MANT. PREVENTIVO	N° FALLAS TRIMESTRAL	MTTR
1	Sierra cepilladora	9	24	2	17
		9	24	2	17
2	Desbrozadora	6	24	1	30
		8	24	2	16
3	Máquina circular	7	24	2	16
		9	24	2	17
4	Tableadora	8	24	2	16
		8	24	2	16
TOTAL			192	15	143

ANEXO 18 NUEVO ÍNDICE DE FALLAS

EQUIPO	DESPUES			
	MTBF	MTRR	DISPONIBILIDAD	ÍNDICE DE FALLAS
Sierra cepilladora	336	17	95.32%	4.68%
	336	17	95.32%	4.68%
Desbrozadora	672	30	95.73%	4.27%
	336	16	95.45%	4.55%
Máquina circular	336	16	95.59%	4.41%
	336	17	95.32%	4.68%
Tableadora	336	16	95.45%	4.55%
	336	16	95.45%	4.55%
			95.45%	4.55%



ANEXO 19 COMPARACIÓN DEL ANTES Y DESPUÉS DE APLICAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL ÍNDICE DE FALLAS

EQUIPO	ANTES				DESPUES			
	MTBF	MTRR	DISPONIBILIDAD	ÍNDICE DE FALLAS	MTBF	MTRR	DISPONIBILIDAD	ÍNDICE DE FALLAS
Sierra cepilladora	216	24	89.86%	10.14%	336	17	95.32%	4.68%
	158	23	87.50%	12.50%	336	17	95.32%	4.68%
Desbrozadora	312	49	86.53%	13.47%	672	30	95.73%	4.27%
	150	30	83.33%	16.67%	336	16	95.45%	4.55%
Máquina circular	156	24	86.81%	13.19%	336	16	95.59%	4.41%
	124	20	85.97%	14.03%	336	17	95.32%	4.68%
Tableadora	161	19	89.44%	10.56%	336	16	95.45%	4.55%
	159	21	88.19%	11.81%	336	16	95.45%	4.55%
			87.20%	12.80%			95.45%	4.55%

ANEXO 20: CARTA DE ACEPTACIÓN



Chepén, 10 de Septiembre del 2021

Sr. Robles Lora, Marcos Alejandro

Coordinador académico de la Escuela Profesional de Ingeniería
Industrial

Universidad César Vallejo – Sede Chepén

ASUNTO ACEPTACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN II

Reciba usted mi cordial saludo en nombre de **GRUPO MADERERA SELVA CENTRAL**, el motivo del presente documento es manifestar la **ACEPTACIÓN** a sus estudiantes el **Sr. Horna Muguerza Johnny Giuseppe Paolo**, identificado con DNI N° **73071354**, y el **Sr. Chayguaque Grados Luis Alberto**, identificado con el DNI N° **74416921** quienes cursan la carrera de Ingeniería Industrial en su distinguida universidad y a su vez desea desarrollar su Proyecto de Investigación II y formar parte de nuestra organización, a fin de complementar la formación recibida en su institución.

Asimismo, acatamos las normas del gobierno en relación al Coronavirus y las asistencias del estudiante serán semipresencial o virtual, en su mayoría, para el desarrollo de su Proyecto de Investigación II, a fin de mantener la salud integral del practicante.

Sin más que decir, me despido a nombre de nuestra distinguida empresa.

GRUPO MADERERASELVA CENTRAL

Atentamente,

Grupo maderera selva central S.C.R.L
20607694274

Flor maria Ollivares Mendoza
GERENTE

Panamericana Norte km 696 chepen · la libertad.

ANEXO 21: ALPHA DE CRONBACH

ENCUESTADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	SUMA
E1	2	2	1	2	3	3	4	3	4	2	1	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	66
E2	1	1	2	1	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	62
E3	2	2	1	2	2	2	4	2	4	3	1	2	2	3	2	2	1	3	1	1	1	3	2	2	1	2	2	55
E4	1	2	1	2	3	3	4	3	4	2	1	3	3	2	3	2	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	65
VARIANZA	0.25	0.19	0.19	0.19	0.19	0.25	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.00	0.75	0.19	0.75	0.19	0.19	0.19	0.00	0.19	0.19	0.00	0.19	
SUMATORIA DE VARIANZAS	5.75																											
VARIANZA DE LA SUMA DE LOS ÍTEMS	18.50																											
a	Coeficiente de confiabilidad																0.72											
k	N° de ítems del instrumento																27											
S1	Sumatoria de las varianzas de los ítems																5.75											
S2	Varianza total del instrumento																18.5											
	RANGO		CONFIABILIDAD																									
	0.53 a menos		Confiabilidad Nula																									
	0.54 a 0.59		Confiabilidad Baja																									
	0.60 a 0.65		Confiable																									
	0.66 a 0.71		Muy confiable																									
	0.72 a 0.99		Excelente confiabilidad																									
	1		Confiabilidad perfecta																									



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, FLORES SÁNCHEZ CARLA MERCY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHEPEN, asesor de Tesis titulada: "APLICACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA REDUCIR EL INDICE DE FALLAS EN LA EMPRESA GRUPO MADERERA SELVA CENTRAL", cuyos autores son HORNA MUGUERZA JOHNNY GIUSEPPE PAOLO, CHAYGUAQUE GRADOS LUIS ALBERTO, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido de 19.00%, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHEPÉN, 08 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
FLORES SÁNCHEZ CARLA MERCY DNI: 43388897 ORCID 0000-0003-2331-3571	Firmado digitalmente por: CFLORESSA01 el 10-07- 2022 23:37:43

Código documento Trilce: TRI - 0327773